Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Étude de dimensions au premier annulus d'otolithes de maquereau bleu *(Scomber scombrus)* du nord-ouest de l'Atlantique

François Grégoire et Martin Castonguay

Division de la Recherche sur les pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne C.P. 1000
850, route de la mer Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

Avril 1989

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques
No 1680

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

89-03112

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques

Canadian Technical Report of
Fisheries and Aquatic Sciences

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques
N° 1680

Avril 1989

Étude de dimensions au premier annulus d'otolithes de maquereau bleu (*Scomber scombrus*) du nord-ouest de l'Atlantique.

François Grégoire et Martin Castonguay

Division de la Recherche sur les pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000
850, route de la mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4

Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1989

No de cat. Fs 97-6/0000F ISSN 0706-6570
On devra citer la publication comme suit:

Grégoire, F. et M. Castonguay. 1989. Étude de dimensions au premier annulus d'otolithes de maquereau bleu *(Scomber scombrus)* du nord-ouest de l'Atlantique. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1680: vi + 15.

TABLE DES MATIERES

	Pages
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES FIGURES	V
RÉSUMÉ/ABSTRACT	VI
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	1
RÉSULTATS	2
DISCUSSION	3
REMERCIEMENTS	4
RÉFÉRENCES	4

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Pages
1	Mesures des otolithes au premier annulus pour chacun des deux contingents.....	6
2	Mesures des otolithes au premier annulus pour chaque groupe d'âge des poissons du contingent nord	7
3	Mesures des otolithes au premier annulus pour chaque groupe d'âge des poissons du contingent sud	9
4	Régressions de la longueur à la fourche (mm) en fonction des différentes mesures à la marge des otolithes. Toutes les régressions sont significatives ($P<0.001$).....	11
5	Longueurs moyennes (mm) rétrocalculées à un an par classe d'âge à partir de l'index SUMT pour chaque contingent. La longueur rétrocalculée moyenne à un an des poissons du contingent sud (222.8 mm) est significativement plus grande que celle des poissons du contingent nord (207.4 mm) (test du t, $P<0.001$). Les longueurs moyennes rétrocalculées sont significativement différentes entre les classes d'âge d'un même contingent (Anovas, $P<0.01$).....	12

LISTE DES FIGURES

Figure		Pages
1	Représentation d'un otolithe de maquereau montrant les différentes mesures prises.....	13
2	Régression linéaire de la longueur en fonction de SUMT, contingent nord. Les intervalles de confiance à 95% sont indiqués par les traits pointillés	14
3	Régression linéaire de la longueur en fonction de SUMT, contingent sud. Les intervalles de confiance à 95% sont indiqués par les traits pointillés	15

RÉSUMÉ

Dans le nord-ouest de l'Atlantique, la première saison de croissance du maquereau bleu (**Scomber scombrus**) du contingent sud est d'environ deux mois plus longue que celle des maquereaux du contingent nord. Dans le but de développer une méthode de séparation des deux contingents, une étude comparative de dimensions linéaires et de surface au premier annulus a été conduite sur 570 otolithes de maquereaux pêchés en 1983. Bien que les mesures au premier annulus aient été significativement plus élevées dans le cas des poissons du contingent sud (test Wilcoxon, $P<0.01$), un fort recouvrement des distributions des dimensions entre les deux contingents empêche d'utiliser ces paramètres pour reconnaître le contingent d'origine. Lorsque les comparaisons de dimensions entre les deux contingents étaient faites par classe d'âge, des différences significatives étaient retrouvées seulement pour les poissons de 3 et 10 ans (test Wilcoxon, $P<0.05$). La longueur rétrocalculée moyenne à un an des poissons du contingent sud (222.8 mm) était significativement plus grande que celle des poissons du contingent nord (207.4 mm) (test du t, $P<0.001$). De plus, pour chaque contingent, des différences significatives ont été observées entre les longueurs rétrocalculées moyennes à un an des différentes classes d'âge (Anovas, $P<0.01$), sans toutefois qu'une tendance ne se manifeste.

ABSTRACT

In the Northwest Atlantic, the first year of growth is about two months longer for the southern contingent of Atlantic mackerel (**Scomber scombrus**) than for the northern contingent. In order to develop a method to distinguish between mackerel of the two contingents, linear and surface dimensions of the first year of growth (first annulus) of 570 ótoliths were compared between mackerel of the two contingents sampled in 1983. Although southern contingent mackerel had significantly larger dimensions (Wilcoxon test, $P<0.01$), distributions of dimensions greatly overlap between the two contingents, preventing the use of dimensions to distinguish the contingent of origin. When comparisons of dimensions were separated by year class, significant differences between the two contingents were only found for 3 and 10 year old mackerel (Wilcoxon test, $P<0.05$). The mean back-calculated length at one year of southern contingent mackerel (222.8 mm) was significantly larger than that of northern contingent mackerel (207.4 mm)(t-test, $P<0.001$). Within each contingent, significant differences were found among back-calculated lengths at one year of different year classes (Anovas, $P<0.01$), although no trend was apparent.

INTRODUCTION

Le maquereau bleu (*Scomber scombrus*) est un poisson pélagique d'eau chaude que l'on rencontre des deux côtés de l'océan Atlantique. Sa distribution le long de nos côtes s'étend du cap Hatteras au sud jusqu'au détroit de Belle-Isle et la côte est de Terre-Neuve au nord. Sans impliquer de distinctions raciales, Sette (1950) a distingué deux divisions ou "contingents" au sein de la population de maquereaux fréquentant les eaux canadiennes et américaines. Des différences dans les compositions en taille, dans les classes d'âge dominantes et dans les patrons de migration furent à l'origine de cette distinction. Mackay (1967), à partir de maquereaux échantillonnés dans les eaux côtières du Canada et de la Nouvelle-Angleterre, observa ces mêmes différences. Par contre, il ne rapporta aucune différence entre les deux contingents pour certaines mesures méristiques ainsi que le patron de certains enzymes (Mackay 1967; MacKay et Garside 1969). Isakov (1976) a comparé le parasitisme entre les maquereaux des deux contingents sans non plus pouvoir faire ressortir de différences.

Lors de la saison de reproduction, les deux contingents occupent des aires distinctes. La fraie du contingent sud se fait en avril et en mai sur la côte est des États-Unis entre Cape Cod et Cape Hatteras tandis que celle du contingent nord a lieu dans le golfe du Saint-Laurent en juin et en juillet (Sette 1943). Dans le premier cas, les poissons d'âge 0 jouissent d'une première saison de croissance plus longue, ce qui pourrait être à l'origine des différences de taille qu'ont observées Kulka et Stobo (1981). Selon ces auteurs, les maquereaux du contingent nord âgés de 0 et 1 an ne migrent pas au sud de Cape Cod pour passer l'hiver mais fréquentent plutôt le plateau néo-écossais. Ils rapportent que les individus du groupe d'âge 0 du plateau néo-écossais avaient une longueur moyenne inférieure de 6.3 cm par rapport aux autres poissons du même âge capturés au large de Cape Cod. Les différences dans les tailles ont aussi été perçues dans le rayon de l'otolithe à un an et Kulka et Stobo (1981) ont alors émis l'hypothèse que cette mesure pourrait permettre de distinguer les deux contingents. En fait, l'otolithe a déjà été utilisé pour distinguer divers groupes de poissons. Tel fut le cas par exemple du diamètre du noyau et de certaines caractéristiques morphométriques de l'otolithe chez le hareng (Messieh 1972; Postuma 1974; Côté et al. 1980).

En hiver les deux contingents de maquereau occupent la même région au large de la côte est américaine, où ils font l'objet d'une pêche importante. Le développement d'une méthode de différenciation entre les deux contingents permettrait d'estimer la proportion de chacun des deux contingents capturés dans la pêche hivernale.

Comme il existe une différence de longueur entre les deux contingents de maquereau dans la première période de croissance, nous avons émis les hypothèses (1) que le rayon ou d'autres dimensions de l'otolithe au premier annulus sont plus élevés pour les maquereaux du contingent sud que pour ceux du contingent nord et (2) que cette différence permet de distinguer les deux contingents.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage et mesures

Un total de 341 otolithes provenant de maquereaux du contingent nord et de 229 otolithes du contingent sud ont été analysés. Ils ont tous été recueillis en 1983 et provenaient, dans le cas du contingent nord, d'échantillons commerciaux de la sous-région 4 de l'Organisation des Pêches de l'Atlantique du nord-ouest (OPANO). Les otolithes des poissons du contingent sud nous ont été fournis par le National Marine Fisheries Service (Woods Hole Laboratory) et ont été récoltés dans la sous-région 5 de l'OPANO au moment de la fraie de ce contingent, assurant ainsi leur origine distincte.

L'otolithe droit fut photographié en lumière réfléchie à l'aide d'une caméra NIKON couplée à un microscope stéréoscopique WILD M8 (grossissement: 18X). Sur chacune des photos, deux lignes droites furent tracées. La première de ces lignes avait comme extrémités le centre du noyau de l'otolithe et la partie la plus distale du postrostre (Figure 1). La deuxième ligne, perpendiculaire à la première, avait comme extrémités le centre du noyau et la marge dorsale de l'otolithe. Deux mesures (mm) furent prises sur chaque trait, soit au premier annulus et à la marge. Ces mesures sont identifiées B1 et BT pour le premier tracé et A1 et AT pour le second. Elles ont été enregistrées pour chaque otolithe à l'aide d'un curseur mobile relié à une table numérique Houston Hipad dont la précision était de ± 0.381 mm. La saisie de données a été effectuée à l'aide d'un programme en langage BASIC. A partir des mesures définies ci-haut, le programme a aussi calculé trois autres mésures au premier annulus, soit: SUM= (A1 + B1), TRI= (A1 x B1/2) et ELL= (A1 x B1 x π/2). Les mesures TRI (triangle) et ELL (demi-ellipse) représentent des indices de la surface de l'otolithe à un an. Ces mesures ont aussi été calculées à la marge de l'otolithe et ont alors été définies comme étant: SUMT= (AT + BT), TRIT= (AT x BT/2) et ELLT= (AT x BT x π/2).

Démarche statistique

Malgré des transformations logarithmique, racine carrée et racine cubique, la plupart des mesures au premier annulus n'avaient pas une distribution normale. Pour cette raison, les comparaisons des mesures entre les deux contingents ont été effectuées avec le test de rang de Wilcoxon.

Dans le but de déterminer la mesure la plus appropriée pour rétrocalculer les longueurs des poissons à un an, des régressions linéaires ont été calculées entre les mesures à la marge et la longueur à la fourche des poissons. La régression ayant le plus grand coefficient de détermination (r^2) a été utilisée pour le rétrocalcul. Comme le précisent Bagenal et Tesch (1978), le choix de l'équation de rétrocalcul dépend de la valeur de l'ordonnée à l'origine dans une relation taille poisson - taille otolithe linéaire. Pour une ordonnée à l'origine significativement différente de zéro, l'équation du rétrocalcul (formule de Lee) est:

$$(1)\quad Ln = [(Sn/S)(L - a)] + a$$

où

Ln = longueur rétrocalculée au premier annulus
L = longueur à la capture
S = mesure à la marge
Sn = mesure au premier annulus
a = ordonnée à l'origine

Les longueurs ainsi rétrocalculées tiennent compte des variations de taille des otolithes entre les poissons. Pour une ordonnée à l'origine non significativement différente de zéro, l'équation (1) se présente alors sous la forme suivante:

$$(2)\quad Ln = (Sn/S) \times L$$

Les longueurs rétrocalculées ont été comparées entre les deux contingents. Une attention particulière a été portée sur leur variation en fonction du groupe d'âge des poissons.

RÉSULTATS

Les mesures B1, SUM, TRI, et ELL (calculées au premier annulus) étaient significativement plus élevées pour le contingent sud que pour le contingent nord (test Wilcoxon, $P<0.01$), bien qu'un grand chevauchement dans l'étendue des valeurs soit observé (Tableau 1). Les mesures SUM et ELL présentaient les différences les plus grandes (Tableau 1). Par contre, aucune différence pour la mesure A1 n'était observée entre les deux contingents (test Wilcoxon, $P>0.05$; Tableau 1).

Les comparaisons inter-contingents par classe d'âge indiquaient que des différences significatives pour les mesures B1, SUM, TRI et ELL n'étaient retrouvées que dans le cas des classes d'âge de 3 et 10 ans (tests Wilcoxon, $P<0.05$; Tableaux 2 et 3).

L'examen des Figures 2 et 3 permet d'affirmer que la relation taille poisson - taille otolithe est linéaire. Cette relation était le mieux exprimée par l'utilisation de l'index SUMT comme variable indépendante. En effet c'est dans ce cas, pour les deux contingents, que r^2 était le plus élevé (Tableau 4). Les pentes des deux régressions n'étaient pas significativement différentes l'une de l'autre ($P>0.05$). L'analyse de covariance a indiqué que les ordonnées à l'origine étaient différentes ($P<0.001$). L'ordonnée à l'origine était significativement différente de zéro ($P<0.05$) pour le contingent sud alors qu'elle ne l'était pas pour le contingent nord ($P>0.05$). Nous avons donc utilisé l'équation 1 pour le rétrocalcul du contingent sud et l'équation 2 pour celui du contingent nord. La longueur rétrocalculée moyenne à un an des poissons du contingent sud (222.8 mm) était significativement plus grande que celle des poissons du contingent nord (207.4 mm) (test du t, $P<0.001$; Tableau 5). De plus, les longueurs moyennes rétrocalculées à un an étaient significativement différentes entre les classes d'âge d'un même contingent (Anovas, $P<0.01$; Tableau 5).

DISCUSSION

Les résultats permettent de corroborer la première hypothèse que nous avons formulée. En effet, les mesures au premier annulus des otolithes des maquereaux du contingent sud sont significativement plus élevées que celles du contingent nord. La première saison de croissance, plus longue d'environ deux mois chez les maquereaux du contingent sud, explique la plus grande déposition de matériel opaque au premier annulus. Par contre la deuxième hypothèse est rejetée puisque la différence des mesures moyennes au premier annulus est trop petite et le chevauchement des distributions trop grand pour permettre une différenciation entre les contingents. L'absence de différence pour la mesure A1 découle probablement du patron de croissance de l'otolithe.

Chez le maquereau bleu du nord-est de l'Atlantique, Dawson (1983) a également observé des mesures de rayon plus élevées au premier annulus dans le cas du stock de l'ouest que dans le cas du stock de la mer du Nord, le premier stock bénéficiant d'une première saison de croissance plus longue. Hopkins (1986) a vainement tenté de distinguer les deux mêmes stocks par des analyses discriminantes en considérant plusieurs dimensions d'otolithes simultanément. Il a suggéré en guise de conclusion qu'une étude comparative des formes d'otolithes pourrait produire une meilleure discrimination.

Nous avons récemment utilisé l'analyse des formes de Fourier des contours d'otolithes dans le but de distinguer les contingents canadiens et américains de maquereau. La forme du contour d'un otolithe peut être quantifiée par l'analyse de Fourier, qui décompose le contour d'un otolithe en une série d'harmoniques. Cette méthode a été utilisée avec succès par différents auteurs qui ont ainsi pu différencier des stocks de poissons (Jarvis et al. 1978; Bird et al. 1986; de Pontual et Prouzet 1987). Cependant, aucune différence n'a été observée entre les deux contingents de maquereau (Simard et Castonguay, en préparation).

Des différences de caractères phénotypiques telles que les dimensions d'otolithes n'impliquent pas de distinction génotypique. Les travaux classiques de Sette (1950) n'ont pas abordé l'aspect de distinction génétique entre les deux contingents de maquereau. Nous avons récemment mené une étude où les caractéristiques de six enzymes polymorphiques ont été comparées entre les deux contingents par focalisation isoélectrique (Maguire et al. 1987; Chagnon et Castonguay, soumis pour publication). Aucune différence n'a été relevée entre les caractéristiques génétiques des deux contingents. Jamie-

son et Smith (1987) sont arrivés à la même conclusion en ce qui concerne les deux stocks de maquereau bleu du nord-est de l'Atlantique. De plus, ils n'ont retrouvé aucune association entre des mesures de rayon au premier annulus et des caractères génotypiques (Jamieson et al. 1987).

Les faibles différences retrouvées entre les mesures au premier annulus des deux contingents semblent indiquer que les maquereaux du contingent nord jouissent d'un taux de croissance plus rapide. Afin de vérifier cette hypothèse, une comparaison des taux de croissance chez les poissons d'âge 0 fondée sur la microstructure des otolithes est envisagée. Une différence dans les taux de croissance pourrait éventuellement permettre le développement d'une méthode de différenciation du lieu de naissance du maquereau sur la base de la première saison de croissance des otolithes.

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. Jean-Jacques Maguire pour avoir initié cette étude et Mme Louise M. Dery pour avoir fourni les otolithes des maquereaux du contingent sud. Nous remercions également Dr. Estelle Laberge et Dr. Yvan Lambert pour leurs revues exhaustives de ce rapport.

RÉFÉRENCES

Bagenal, T.B. et F.W. Tesch. 1978. Age and growth. In T.B. Bagenal, editor, Methods for assessment of fish production in fresh waters p. 101-136. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Bird, J.L., D.T. Eppler et D.M. Checkley. 1986. Comparisons of herring otoliths using Fourier series shape analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1228-1234.

Côté, G., P. Lamoureux, J. Boulva et G. Lacroix. 1980. Séparation des populations de hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus harengus*) de l'estuaire du Saint-Laurent et de la péninsule gaspésienne. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 66-71.

Chagnon, Y.C. et M. Castonguay. 1989. Genetic variability of Atlantic mackerel (**Scomber scombrus**) in the Northwest Atlantic. Soumis au Can. J. Fish. Aquat. Sci.

Dawson, W.A. 1983. A preliminary analysis of mackerel (**Scomber scombrus L.**) otolith (L_1) measurements. CIEM CM 1983/H:29. 15 p.

Hopkins, P.J. 1986. Mackerel stock discrimination using otolith morphometrics. CIEM CM 1986/H:7. 17 p.

Isakov, V.T. 1976. On some results of biological studies on mackerel from the Northwest Atlantic. ICNAF Res. Doc. 76/52. 14 p.

Jamieson, A. et P.J. Smith. 1987. Atlantic mackerel stocks and genes: a review. J. Cons. int. Explor. Mer 44: 66-72.

Jamieson, A., R.J. Turner, W.A. Dawson et A.J. Birley. 1987. Atlantic mackerel (**Scomber scombrus**) adenosine deaminase, esterase-D, and otolith L_1. J. Cons. int. Explor. Mer 44: 59-65.

Jarvis, R.S., H.F. Klodowski et S.P. Sheldon. 1978. New method of quantifying scale shape and an application to stock identification in Walleye (**Stizostedion vitreum vitreum**). Trans. Am. Fish. Soc. 107: 528-534.

Kulka, D.W. et W.T. Stobo. 1981. Winter distribution and feeding of mackerel on the Scotian Shelf and outer Georges Bank with

reference to the winter distribution of other finfish species. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1038: 38 p.

MacKay, K.T. 1967. An ecological study of mackerel **Scomber scombrus** (Linnaeus) in the coastal waters of Canada. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 31: 127 p.

MacKay, K.T. et E.T. Garside. 1969. Meristic analysis of Atlantic mackerel **Scomber scombrus** from the North American coastal population. J. Fish. Res. Board Can. 26: 2537-2540.

Maguire, J.-J., Y.C. Chagnon, M. Castonguay et B. Mercille. 1987. A review of mackerel management areas in the Northwest Atlantic. CSCPCA Doc. Rech. 87/71. 31 p.

Messieh, S.N. 1972. Use of otoliths in identifying herring stocks in the southern Gulf of St.Lawrence and adjacent waters. J. Fish. Res. Board Can. 29: 1113-1118.

Pontual, H. de et P. Prouzet. 1987. Atlantic salmon, **Salmo salar L.**, stock discrimination by scale-shape analysis. Aquacult. and Fish. Manag. 18: 277-289.

Postuma, K.H. 1974. The nucleus of the herring otolith as a racial character. J. Cons. int. Explor. Mer, 35(2): 121-129.

Sette, O.E. 1943. Biology of the Atlantic mackerel (**Scomber scombrus**) of North America. Part I. Early life history. U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 50: 149-237.

Sette, O.E. 1950. Biology of the Atlantic mackerel (**Scomber scombrus**) of North America. Part II. Migration and habits. U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 51: 251-358.

Tableau 1. Mesures des otolithes au premier annulus pour chacun des deux contingents.

CONTINGENT NORD

Variable	N	Moyenne	Ecart-Type	Etendue
A1(mm)	341	0.54	0.07	0.28 - 0.81
B1*(mm)	341	1.16	0.12	0.88 - 1.62
SUM*	341	1.70	0.16	1.26 - 2.31
TRI*	341	0.31	0.06	0.15 - 0.56
ELL*	341	0.99	0.19	0.48 - 1.74

CONTINGENT SUD

Variable	N	Moyenne	Ecart-Type	Etendue
A1 (mm)	229	0.55	0.06	0.36 - 0.71
B1*(mm)	229	1.19	0.13	0.90 - 1.60
SUM*	229	1.74	0.16	1.34 - 2.19
TRI*	229	0.33	0.06	0.20 - 0.50
ELL*	229	1.03	0.19	0.63 - 1.58

* indique que la distribution des valeurs de la mesure est significativement différente entre les deux contingents (test Wilcoxon, $P<0.01$, avec approximation normale et correction de continuité de 0.5).

Tableau 2. Mesures des otolithes au premier annulus pour chaque groupe d'âge des poissons du contingent nord.

Variable	Age	N	Moyenne	Ecart-Type	Etendue
A1(mm)	1	26	0.53	0.07	0.38 - 0.68
	2	50	0.56	0.07	0.41 - 0.81
	3	71	0.54	0.07	0.36 - 0.68
	4	18	0.55	0.06	0.42 - 0.65
	5	61	0.55	0.06	0.39 - 0.66
	6	2	0.51	0.07	0.46 - 0.56
	7	8	0.55	0.05	0.48 - 0.65
	8	25	0.52	0.07	0.28 - 0.64
	9	29	0.54	0.05	0.43 - 0.64
	10	20	0.53	0.04	0.48 - 0.62
B1(mm)	1	26	1.16	0.14	0.91 - 1.46
	2	50	1.18	0.12	0.92 - 1.62
	3*	71	1.14	0.12	0.94 - 1.56
	4	18	1.19	0.09	1.01 - 1.38
	5	61	1.19	0.09	1.02 - 1.50
	6	2	1.19	0.01	1.18 - 1.19
	7	8	1.18	0.13	1.02 - 1.43
	8	25	1.13	0.15	0.88 - 1.43
	9	29	1.16	0.18	0.96 - 1.57
	10*	20	1.08	0.10	0.90 - 1.30
SUM	1	26	1.69	0.19	1.41 - 2.07
	2	50	1.74	0.17	1.39 - 2.31
	3*	71	1.68	0.16	1.26 - 2.22
	4	18	1.73	0.12	1.56 - 1.97
	5	61	1.74	0.12	1.48 - 2.11
	6	2	1.70	0.06	1.65 - 1.74
	7	8	1.73	0.14	1.54 - 1.95
	8	25	1.65	0.15	1.41 - 1.99
	9	29	1.70	0.20	1.44 - 2.16
	10*	20	1.61	0.11	1.39 - 1.78
TRI	1	26	0.31	0.07	0.21 - 0.47
	2	50	0.33	0.07	0.22 - 0.56
	3*	71	0.31	0.06	0.15 - 0.54
	4	18	0.32	0.05	0.26 - 0.41

* indique que la distribution des valeurs de la mesure est significativement différente entre les deux contingents (test Wilcoxon, $P<0.05$, avec approximation normale et correction de continuité de 0.5).

Tableau 2. (Suite)

Variable	Age	N	Moyenne	Ecart-Type	Etendue
TRI	5	61	0.33	0.05	0.22 - 0.45
	6	2	0.31	0.04	0.28 - 0.33
	7	8	0.32	0.04	0.27 - 0.37
	8	25	0.29	0.06	0.20 - 0.43
	9	29	0.31	0.07	0.23 - 0.47
	10*	20	0.28	0.03	0.22 - 0.35
ELL	1	26	0.98	0.23	0.64 - 1.47
	2	50	1.04	0.21	0.68 - 1.74
	3*	71	0.97	0.20	0.48 - 1.71
	4	18	1.02	0.15	0.82 - 1.29
	5	61	1.03	0.16	0.68 - 1.43
	6	2	0.96	0.12	0.87 - 1.04
	7	8	1.02	0.15	0.84 - 1.18
	8	25	0.93	0.17	0.64 - 1.35
	9	29	0.98	0.21	0.71 - 1.47
	10*	20	0.89	0.10	0.69 - 1.11

* indique que la distribution des valeurs de la mesure est significativement différente entre les deux contingents (test Wilcoxon, $P<0.05$, avec approximation normale et correction de continuité de 0.5).

Tableau 3. Mesures des otolithes au premier annulus pour chaque groupe d'âge des poissons du contingent sud.

Variable	Age	N	Moyenne	Ecart-Type	Etendue
A1(mm)	1	3	0.58	0.08	0.49 - 0.63
	2	36	0.55	0.05	0.44 - 0.65
	3	70	0.54	0.07	0.36 - 0.68
	4	17	0.56	0.06	0.46 - 0.66
	5	33	0.56	0.05	0.45 - 0.66
	6	6	0.52	0.05	0.46 - 0.56
	7	5	0.50	0.05	0.46 - 0.59
	8	21	0.52	0.05	0.42 - 0.63
	9	13	0.54	0.05	0.45 - 0.60
	10	6	0.58	0.08	0.49 - 0.71
B1(mm)	1	3	1.33	0.15	1.16 - 1.42
	2	36	1.21	0.13	1.00 - 1.60
	3*	70	1.19	0.13	0.90 - 1.55
	4	17	1.21	0.11	0.90 - 1.34
	5	33	1.23	0.14	0.98 - 1.60
	6	6	1.18	0.07	1.10 - 1.28
	7	5	1.08	0.13	0.96 - 1.28
	8	21	1.16	0.09	1.03 - 1.33
	9	13	1.16	0.11	1.03 - 1.38
	10*	6	1.20	0.13	1.06 - 1.41
SUM	1	3	1.91	0.23	1.65 - 2.06
	2	36	1.76	0.16	1.47 - 2.19
	3*	70	1.73	0.17	1.34 - 2.15
	4	17	1.78	0.14	1.39 - 2.00
	5	33	1.79	0.17	1.54 - 2.18
	6	6	1.70	0.10	1.57 - 1.84
	7	5	1.58	0.18	1.44 - 1.87
	8	21	1.69	0.11	1.52 - 1.96
	9	13	1.70	0.13	1.54 - 1.98
	10*	6	1.78	0.19	1.60 - 2.12
TRI	1	3	0.39	0.09	0.28 - 0.45
	2	36	0.33	0.06	0.24 - 0.47
	3*	70	0.33	0.06	0.20 - 0.48
	4	17	0.34	0.05	0.22 - 0.44

* indique que la distribution des valeurs de la mesure est significativement différente entre les deux contingents (test Wilcoxon, $P<0.05$, avec approximation normale et correction de continuité de 0.5).

Tableau 3. (Suite)

TRI	5	33	0.35	0.06	0.25 - 0.47
	6	6	0.31	0.04	0.26 - 0.36
	7	5	0.27	0.06	0.22 - 0.37
	8	21	0.31	0.04	0.23 - 0.42
	9	13	0.31	0.05	0.25 - 0.42
	10*	6	0.35	0.08	0.27 - 0.50
ELL	1	3	1.22	0.29	0.89 - 1.42
	2	36	1.04	0.18	0.74 - 1.49
	3*	70	1.02	0.20	0.63 - 1.49
	4	17	1.07	0.17	0.69 - 1.39
	5	33	1.08	0.18	0.78 - 1.47
	6	6	0.96	0.13	0.81 - 1.13
	7	5	0.86	0.20	0.70 - 1.18
	8	21	0.96	0.13	0.72 - 1.31
	9	13	0.99	0.15	0.78 - 1.31
	10*	6	1.10	0.25	0.86 - 1.58

* indique que la distribution des valeurs de la mesure est significativement différente entre les deux contingents (test Wilcoxon, $P<0.05$, avec approximation normale et correction de continuité de 0.5).

Tableau 4. Régressions de la longueur à la fourche (mm) en fonction des différentes mesures à la marge des otolithes. Toutes les régressions sont significatives ($P<0.001$).

Variable dépendante: Longueur à la fourche (LF)

CONTINGENT NORD

Variables indépendantes	Régression	R^2
AT	LF = 273.98AT + 122.32	0.40
BT	LF = 135.73BT + 80.20	0.65
SUMT	LF = 116.39SUMT + 17.75	0.73
TRIT	LF = 196.73TRIT + 181.00	0.68
ELLT	LF = 62.61ELLT + 181.01	0.68

CONTINGENT SUD

Variables indépendantes	Régression	R^2
AT	LF = 299.21AT + 99.46	0.49
BT	LF = 139.27BT + 71.64	0.68
SUMT	LF = 113.33SUMT + 26.74	0.74
TRIT	LF = 187.55TRIT + 189.44	0.70
ELLT	LF = 59.77ELLT + 189.20	0.70

Tableau 5. Longueurs moyennes (mm) rétrocalculées à un an par classe d'âge à partir de l'index SUMT pour chaque contingent. La longueur rétrocalculée moyenne à un an des poissons du contingent sud (222.8 mm) est significativement plus grande que celle des poissons du contingent nord (207.4 mm) (test du t, $P<0.001$). Les longueurs moyennes rétrocalculées sont significativement différentes entre les classes d'âge d'un même contingent (Anovas, $P<0.01$).

CONTINGENT NORD

Age	N	Moyenne	Ecart-Type	Etendue
1	26	186.2	18.7	158.2 - 223.2
2	50	208.2	19.6	180.4 - 269.6
3	71	207.1	19.3	179.8 - 271.1
4	18	218.9	19.2	186.0 - 256.2
5	61	214.8	13.4	190.6 - 251.2
6	2	196.3	13.3	186.9 - 205.7
7	8	214.8	16.0	196.0 - 239.5
8	25	203.1	17.9	174.8 - 254.2
9	29	214.0	26.2	172.0 - 273.1
10	20	195.7	16.0	164.1 - 234.5
Total	310	207.4	18.3	158.2 - 273.1

CONTINGENT SUD

Age	N	Moyenne	Ecart-Type	Etendue
1	3	211.1	39.9	171.3 - 251.1
2	36	212.3	19.3	173.3 - 259.1
3	70	224.7	21.7	188.7 - 277.0
4	16	235.6	19.3	183.9 - 268.9
5	26	231.4	15.2	206.9 - 258.1
6	4	229.6	15.1	216.3 - 250.4
7	5	212.1	25.1	188.1 - 254.4
8	21	219.1	12.5	194.8 - 247.1
9	12	219.1	13.9	202.8 - 241.6
10	6	224.6	22.4	203.4 - 261.6
Total	199	222.8	19.0	171.3 - 277.0

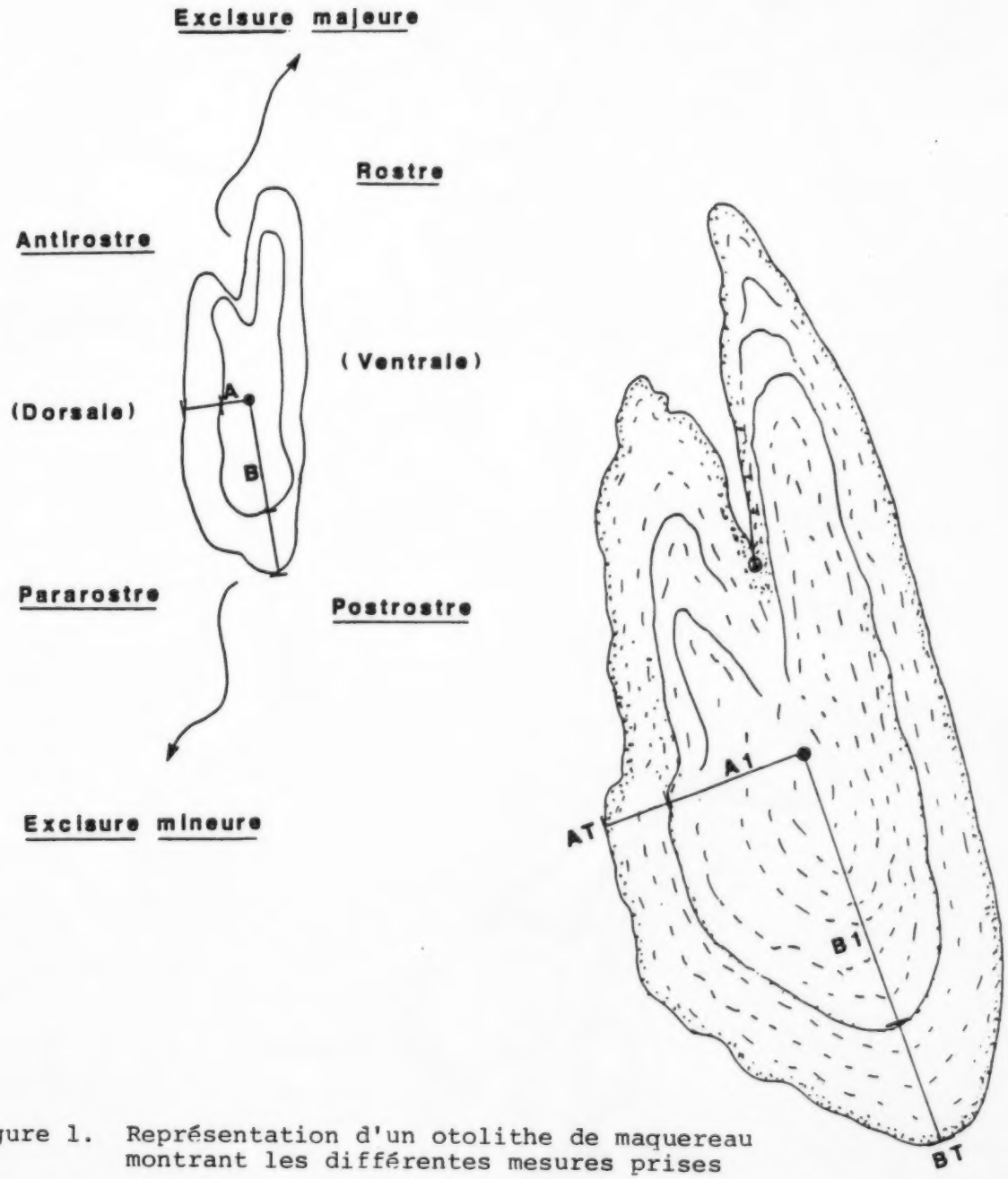

Figure 1. Représentation d'un otolithe de maquereau montrant les différentes mesures prises

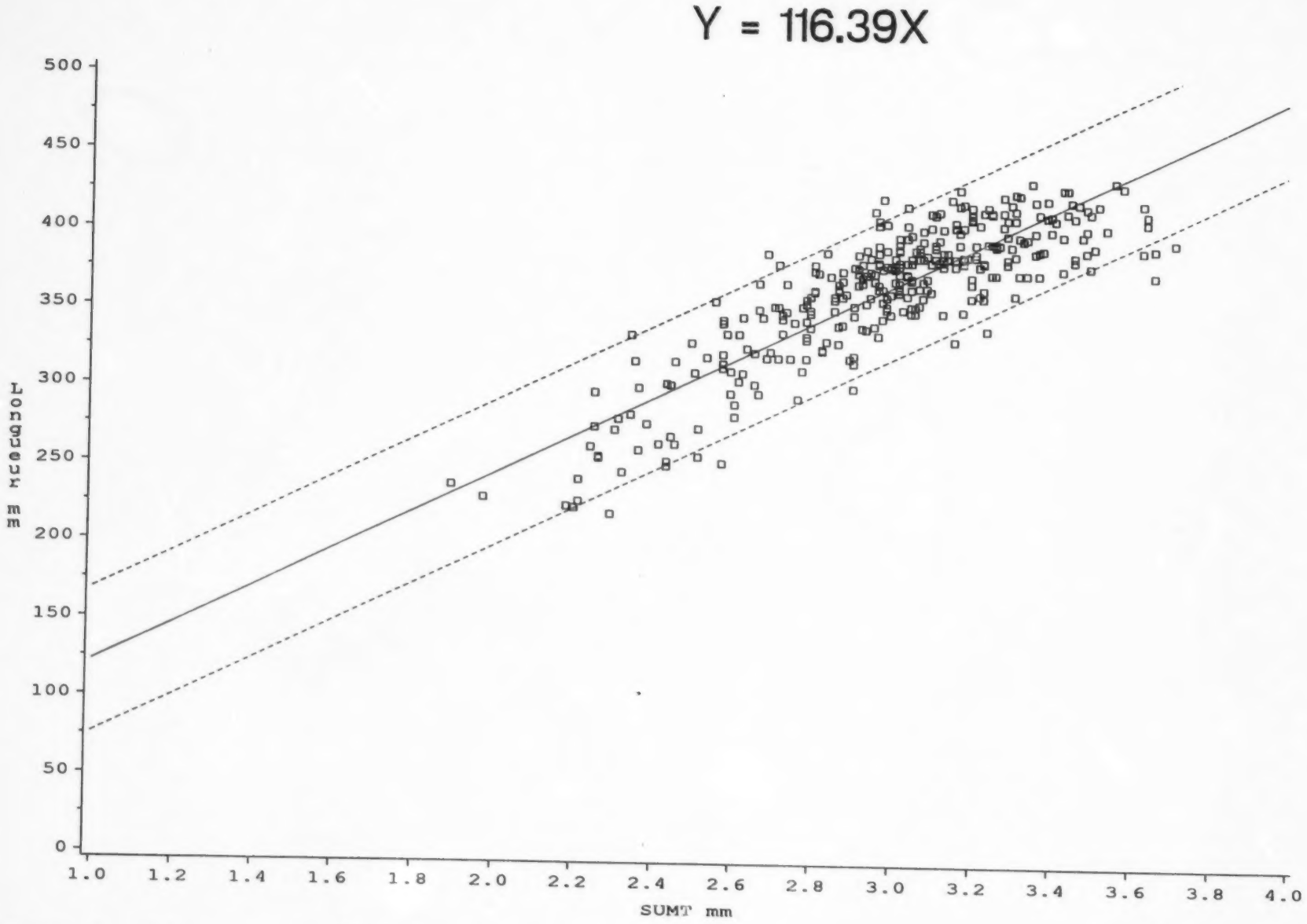

Figure 2. Régression linéaire de la longueur en fonction de SUMT, contingent nord. Les intervalles de confiance à 95% sont indiqués par les traits pointillés.

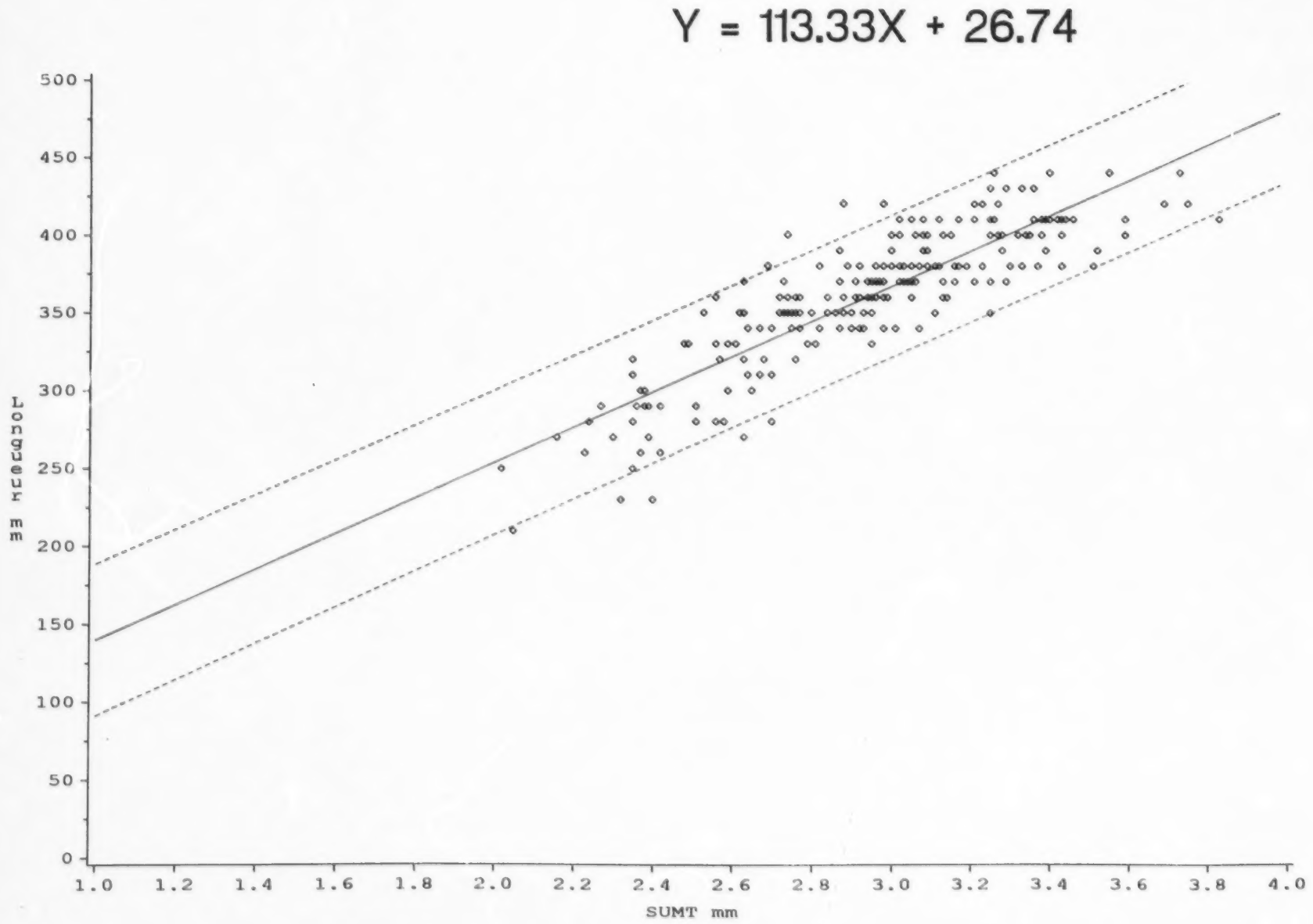

Figure 3. Régression linéaire de la longueur en fonction de SUMT, contingent sud. Les intervalles de confiance à 95% sont indiqués par les traits pointillés.